

Design of Assistant Robot for Monitoring in Health Centers in the Emergency Area

Héctor Soto-Mendoza, Bachelor¹, Renato Vargas-Sánchez, Bachelor¹, Eliseo Zarate-Perez, Ph.D. student¹
¹Universidad Privada del Norte (UPN), Peru, n00156135@upn.pe, n00148019@upn.pe, eliseo.zarate@upn.edu.pe

Abstract— Due to the lack of equipment to monitor the status of patients in the Intensive Care Units (ICU) in Health Centers, there are patients who enter the Emergency Area every day at any time in search of medical attention. They form queues outside the health centers, waiting for a quick response to determine if it is Urgent or Emergency. The wait they do in the queues requires a control and taking of their vital signs to order and monitor patients for Urgency or Emergency. Patients who are critical, at risk, in a coma, patients with terminal illness and who require care and life expectancy are perceived. Noting this scenario, the objective of this study is to design a robot that provides a solution to monitor patients, thus avoiding crowds. The methodology has been applied in a structured way using engineering principles to perform the system analysis. The results show that such a robot can send patient data and vital signs by text messages (SMS), using the Internet of Things and embedded systems. It is concluded that it is necessary to innovate with technology to organize and avoid crowds, as well as to monitor vital signs through a system that offers reliability and viability.

Keywords— Robots, Intelligent vehicles, Emergency services, medical services.

Digital Object Identifier (DOI):

<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2022.1.1.338>

ISBN: 978-628-95207-0-5 **ISSN:** 2414-6390

Diseño de Robot Asistente para Monitoreo en Centros de Salud en el Área de Emergencias

Héctor Soto-Mendoza, Bacherlor¹, Renato Vargas-Sánchez, Bacherlor¹, Eliseo Zarate-Perez, Ph. D. student¹

¹⁻³Universidad Privada del Norte (UPN), Peru, n00156135@upn.pe, n00148019@upn.pe, eliseo.zarate@upn.edu.pe

Resumen— Debido a la falta de equipos para monitorear estados de pacientes en las Unidades de Cuidados Intensivos (UCI) en los Centros de Salud, existen pacientes que ingresan al Área de emergencias todos los días a cualquier hora en busca de una atención médica. Ellos forman colas a las afueras de los centros de salud, esperando una respuesta rápida para determinar si es Urgencia o Emergencia. La espera que hacen en las colas requiere un control y toma de sus signos vitales para ordenar y monitorear a los pacientes por Urgencia o Emergencia. Se perciben pacientes que son críticos, de riesgo, en coma, pacientes con enfermedad terminal y que requieren darle atención y esperanza de vida. Al notar este escenario, el objetivo de este estudio es diseñar un robot que brinde una solución para monitorear a pacientes, así evitar aglomeraciones. La metodología se ha aplicado de forma estructurada utilizando principios de ingeniería para realizar el análisis del sistema. Los resultados muestran que un robot de este tipo es capaz de enviar los datos de pacientes sus signos vitales por mensajes de texto (SMS), al usar el internet de las cosas y sistemas embebidos. Se concluye que se requiere innovar con tecnología para ordenar y evitar aglomeraciones, así como tener un monitoreo de signos vitales por medio de un sistema que ofrezca fiabilidad y viabilidad.

Palabras clave— Robots, Vehículos inteligentes, Servicios de emergencia, Servicios médicos.

I. INTRODUCCIÓN

La tecnología en el área de Salud se encuentra en dispositivos, instrumentos y equipos biomédicos que dan soporte y asistencia médica en favor de los pacientes. El problema radica que existen falta de equipos para el análisis de monitoreo y chequeo a los pacientes. Los servicios médicos juegan un papel importante en la protección y promoción de la salud de la población; sin embargo, la satisfacción del paciente con los servicios médicos se siente limitada sin equipos de soporte [1]. Actualmente, el buen funcionamiento del sistema de salud se basa en tener una fuerza laboral de salud calificada y suficientes infraestructuras, medicamentos y tecnologías.

Un sistema robótico podría realizar las medidas de temperatura, la saturación y verificación de los signos vitales. Un Robot móvil, usualmente enviaría estos resultados y proyectaría a una pantalla de visualización del personal de salud por medio de un servidor web utilizando Raspberry pi. Esto daría un excelente camino para el correcto monitoreo y asistencia médica de los pacientes con que tienen riesgos de perder la vida [2].

En la actualidad, existen enfermedades que son tratables y otras que no, ya que aún están en Investigación para combatirlas. Además, para muchas de ellas no cuentan con el

presupuesto o la tecnología desarrollada para dar cura a enfermedades de tal tipo. Por ejemplo, el contexto de la enfermedad COVID-19 ha experimentado un desarrollo tecnológico espectacular que permite frenar y cuidar la salud del ser humano, haciendo el uso de tecnología y medicamentos para prevención [3].

Aunque la vacunación contra el COVID-19 ha disminuido la gravedad de las infecciones, como lo demuestra una reducción de las hospitalizaciones en esta población [4], las medidas de precaución (p. ej., uso de mascarillas, higiene regular de las manos, mantener la distancia de seguridad, estornudar o toser en el codo, etc.) siguen siendo importantes para limitar el riesgo de contagio y así frenar la epidemia [4].

Algunos investigadores del campo de la robótica han desarrollado intervenciones relacionadas con COVID-19 para transmitir información o para apoyar medidas preventivas utilizando robots [5]. Los sistemas robóticos, que se han utilizado en hospitales, hogares de ancianos, hogares de adultos mayores y otros lugares públicos, verifican, por ejemplo, que las máscaras se usen correctamente, se respete el distanciamiento social o si una persona tiene una temperatura inusualmente alta, dando una advertencia en consecuencia.

Los robots son una herramienta innovadora que podría utilizarse para proporcionar información accesible sobre las medidas de precaución frente al COVID-19, fomentar su imitación y motivar el cumplimiento entre el público con discapacidad intelectual o trastornos cognitivos. En el campo de la salud, varios estudios han demostrado los beneficios de la “mediación robótica” para adultos mayores en entornos geriátricos [4]. Es decir, una intervención mediada por robots utiliza al robot como intermediario entre el adulto mayor y el terapeuta o facilitador.

Algunas publicaciones han descrito el uso de robots humanoides para animar a los adultos mayores a participar en programas de actividad física adaptados [6]. Otros han descrito un interés en usar un robot social para el entrenamiento de ejercicios y la entrega de información y han indicado que los participantes mayores respondieron mejor a los gestos del robot que a los instructores humanos o a los videos instructivos [7]. A nivel mundial, todos estos trabajos han mostrado una buena aceptación de las intervenciones de salud mediadas por robots por parte de los adultos mayores y buenos resultados en cuanto a la capacidad del robot para promover la imitación de su comportamiento por parte de los participantes mayores [4].

En tal sentido, en este trabajo se planteó un robot asistente que permita interactuar con el paciente y el personal de salud a cargo. Este robot permitiría enviar sus signos vitales y estado de mejora por internet, al acceder al área de emergencias. Este diseño tiene como objetivo la obtención en tiempo real los signos vitales y malestares en pacientes y el envío inmediato de los datos capturados por SMS.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

Por medio del plano esquemático del robot se muestra su estructura interna que describe el soporte, la pinza y chasis del robot, como se muestra en la Fig.1. En 1 representa la base del motor DC; en 2 se muestra el eje; en 3 se describe los ángulos de las pinzas; en 4 se muestra el eje de fijación; en 5 se aprecia el pin mayor, en 6 se determina el motor DC; en 7 se representa el engranaje mayor; en 8 se detalla el eje de fijación menor, en 9 el pin de engranaje; y, en 10 se muestra el engranaje menor. De la misma forma, en 11 se muestran los neumáticos, en 12 el motor DC, en 13 y 14 los ejes, Finalmente en 15 y 16 el motor servo.

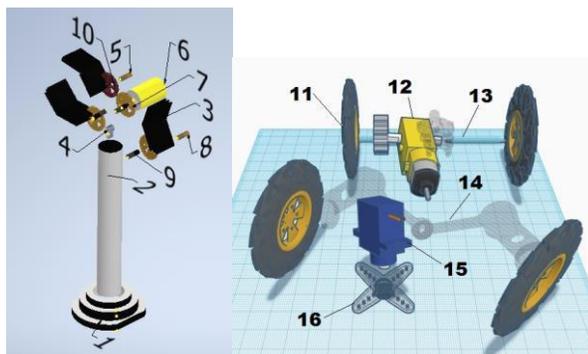


Fig. 1 Base robótica del diseño del sistema.

Se toman dos medidas menor y mayor debido a que reduzca la velocidad y mantenga la separación al girar. Para realizar el análisis de diseño para el funcionamiento se realizaron con algunas herramientas como el Autodesk Inventor, siguiendo la metodología recomendada en [8].

A. Raspberry

La computadora de placa única más popular es la Raspberry Pi, con más de 37 millones de unidades vendidas desde 2012 [9]. Esta tecnología está construida sobre principios de código abierto e impulsada por el incentivo sin fines de lucro para aumentar el acceso global a la computación y la creación digital. Esta computadora de bajo costo reúne interfaces externas de hardware, sensor y controlador, con capacidades de programación fáciles de usar, alta conectividad y funcionalidad. También es la computadora de bajo costo más utilizada por la comunidad de investigación y se emplea en una amplia gama de proyectos en diversos temas y campos de investigación.

La Raspberry Pi ha sido diseñada a propósito como una computadora altamente flexible y poderosa a una fracción de los costos de una PC tradicional para que cualquiera pueda

usarla para resolver problemas de manera creativa [9]. Su gran cantidad de activos superan fácilmente sus limitaciones y hacen de Raspberry Pi una excelente herramienta de investigación que se puede usar en diferentes aplicaciones. En este trabajo, se ha utilizado esta tecnología debido a que específicamente se ha utilizado en aplicaciones de robótica. Los robots móviles son uno de los campos más atractivos y constantemente han llamado la atención dese la biomédica y aplicaciones de salud. Es así como las microcomputadoras, las computadoras de placa única y los sistemas integrados han ayudado en el desarrollo de robots de bajo costo [10].

Se examinan varios sistemas y metodologías que se implementan en Raspberry Pi [10]. Algunas de las aplicaciones de vanguardia comprenden los robots de vigilancia, los robots de múltiples utilidades/multifuncionalidad, los robots de seguimiento de línea, los robots de detección de objetos y evitación de obstáculos, la detección de enfermedades de cultivos, el servicio de supermercados, el mapeo de túneles, Robot pulverizador, robot de pintura mural, robot de rescate, robot extintor de incendios. Otras aplicaciones, como un automóvil robótico aplicados en la población discapacitada en asistencia del cuidado [11]. Además, en [12] se presenta un robot para ayudar a personas paráliticas y discapacitadas mediante el análisis de señales utilizando esta tecnología. En la Fig. 2 se muestra la arquitectura de Raspberry Pi.

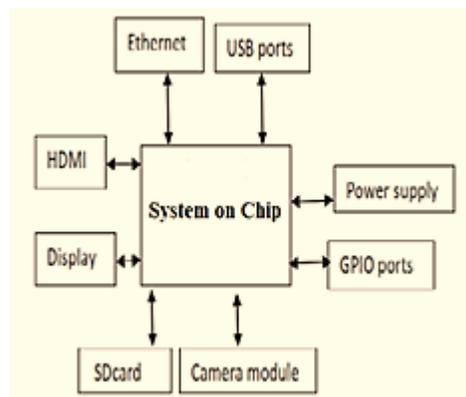


Fig. 2 Arquitectura de Raspberry Pi. Adaptado de [13].

En este trabajo, se ha utilizado un Raspberry Pi 3 Modelo B+, en su última versión. Las SoC Broadcom BCM2837B0, Cortex-A53 (ARMv8) de 64 bits a 1,4 GHz, SDRAM LPDDR2 de 1GB, LAN inalámbrica de 2,4 GHz y 5 GHz IEEE 802.11.b/g/n/ac, Bluetooth 4.2, BLE, Gigabit Ethernet sobre USB 2.0 (rendimiento máximo de 300 Mbps). Encabezado GPIO de 40 pines extendido, HDMI de tamaño completo, 4 puertos USB 2.0, Puerto de cámara CSI para conectar una cámara Raspberry Pi, Puerto de pantalla DSI para conectar una pantalla táctil Raspberry Pi, Salida estéreo de 4 polos y puerto de video compuesto. Puerto Micro SD para cargar su sistema operativo y almacenar datos, entrada de alimentación de CC de 5 V/2, 5 A. Compatibilidad con alimentación a través de Ethernet (PoE) (requiere PoE HAT

por separado). Se utilizará para el Programa en LabVIEW y Arduino el control de signos vitales y envío de datos por servidor cliente, así mismo la transmisión de imágenes.

B. Arduino

La popularidad de Arduino ha crecido en los últimos años, principalmente como parte del Internet de las Cosas, que está produciendo un impacto relevante en varios sectores económicos (industria, transporte, energía, agricultura, domótica, etc.) [14]. En esta investigación el hardware utilizado como sistema de control es una placa de circuito integrado ARDUINO MEGA 2560 basada en Chipset ATmega2560 que cuenta 54 entradas/salidas digitales (de las cuales 15 pueden ser usadas como salidas PWM), 16 entradas analógicas, 4 Quart, un cristal de 16Mhz, conexión USB, Jack para alimentación DC, conector ICSP, y un botón de reinicio. La placa Mega 2560 es compatible con la mayoría de shields compatibles para Arduino UNO. En tal sentido, se usa un Arduino mega2560 con sensor de pulso y temperatura, los datos con el Sim900 que transmita por TX y RX serán enviados por SMS [15]. En la Fig. 3 se muestra la tarjeta en físico.

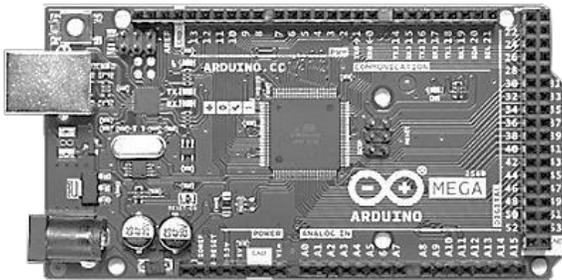


Fig. 3 Placa de Arduino Mega 2560. Fuente: Adaptado de [16].

B. Microcontrolador

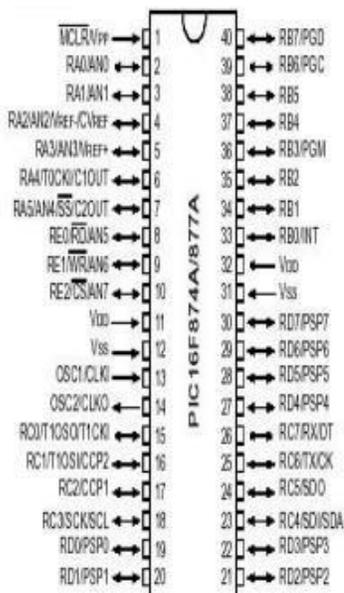


Fig. 3 Detalles de pines del PIC 16F84A. Adaptado de [17].

Es un elemento electrónico Programable para realizar funciones en el diseño de máquinas. El microcontrolador es de 8 bits basado en FLASH CMOS (ejecución de instrucciones de 200 nanosegundos) pero fácil de programar (solo 35 instrucciones de una sola palabra) incluye la potente arquitectura PIC® de Microchip en un paquete de 40 o 44 pines y es compatible hacia arriba con el Dispositivos PIC16C5X, PIC12CXXX y PIC16C7X. El PIC16F877A.

Cuenta con 256 bytes de memoria de datos EEPROM, un ICD, 2 comparadores, 8 canales de convertidor analógico a digital (A/D) de 10 bits, 2 funciones de captura/comparación/PWM, el puerto serial síncrono puede configurarse como interfaz periférica en serie de 3 hilos (SPI™) o como bus de circuito integrado (I²C™) de 2 hilos y un transmisor/receptor asíncrono universal. También aplica el Simulador de Proteus para la realización de Tarjetas electrónicas [18]. El PIC 16f84A que usaremos tiene 18 pines y posee 8 bits, su memoria de Programa es de tipo Flash ya que graba hasta 1000 veces.

Para la Programación tomaremos en cuenta el orden de la estructura del Programa. Para las Líneas de código tomar en cuenta las siguientes. CONFIG__XT__OSC: Muestra que se utilizara un oscilador. Cblock: Permite crear una lista de Variables que se posicionan. Equ: Es una Directiva para crear constantes, escribir o registrar encima. Porta Equ: Registro y configuración del puerto. Estatus: Registro de Estado nos dirige hacia el banco. BSF: Significa poner un 1 en el bit indicado. Movlw: Indica que cargamos en W el número 0 en formato Binario Transfiere al Registro Trisa y se configura como Puerto de Salida. Esto es para controlar 3 motores por un control a distancia.

D. Python

Por lo general, cada robot tiene un entorno de software que permite la programación en un lenguaje determinado. El entorno suele incluir editores de código, utilidades para descargar en robots reales y, en algunas ocasiones, incluso simuladores. Se utilizan lenguajes simples para facilitar la programación. Ellos incluyen instrucciones para ordenar comandos a actuadores para leer mediciones de sensores, bucles e instrucciones condicionales y de secuencia [19]. En este trabajo, se utilizó el entorno de Python para diseñar una página web con Django, con esto mantener la base de datos de los signos vitales en la red y pueda ser visualizada por los profesionales, asimismo se utiliza para activar la cámara y detectar la temperatura corporal.

En este estudio se ha utilizado un paquete de Python que permite a crear entornos robóticos simulados en Ignition Gazebo, como se detalla en [20]. Los entornos exponen la interfaz común de OpenAI Gym, lo que los hace compatibles listos para usar con marcos de trabajo de terceros que contienen algoritmos de aprendizaje por refuerzo. Las simulaciones se pueden ejecutar tanto en modo headless como GUI, el motor se puede ejecutar en modo acelerado y las instancias se pueden paralelizar. Además, la arquitectura del software Gym-Ignition proporciona abstracción del robot y la

tarea, lo que hace que los entornos sean independientes del tiempo de ejecución específico. Esta abstracción permite su ejecución también en tiempo real sobre plataformas robóticas reales.

E. LabVIEW

En la biblioteca de instrumentación virtual de LabVIEW, lo más importante es la aplicación con robots en un sistema de fabricación. Dentro de ello, el comportamiento dinámico del robot y cuáles son las frecuencias de resonancia determinadas por el tiempo de aceleración en algunas fases de la aplicación y compararlas con el espectro de frecuencias de Fourier del sistema de fabricación son algunos de los ajustes que se realiza en esta aplicación. En este trabajo, se ha seguido las recomendaciones de [21], donde presenta un método asistido con los instrumentos virtuales adecuados de LabVIEW (VI) para la investigación teórica y experimental asistida de los robots con funciones de transferencia de los motores DC.

Los instrumentos virtuales se lograron en el LabVIEW soft 8.2 de National Instruments, USA. El VI-s simula el lazo abierto y cerrado de los servosistemas DC, y la adquisición de datos del espectro de Fourier de la aceleración, la adquisición de la velocidad con el objetivo final de comparar la simulación con los resultados reales [22]. Además, se utiliza Labview para el Programa de servidor Cliente, también para transmitir las imágenes y video en forma de videollamada.

F. Monitoreo de pacientes

El monitoreo se puede realizar de manera autónoma o con manipulación por medio del Control de Mando o control Remoto. En este trabajo, el robot que se diseña realizando la toma de temperatura. Si se observa que es mayor a 37 °C muestra una señal de alerta, mide el pulso y lo registra. Por medio de una conexión, se envían los datos a una web y a la vez a un número de teléfono registrado. Ello indica que, si un paciente se encuentra delicado, su familiar o acompañante también puede recibir la información con el registro del número. De esa forma, se le envía los signos vitales por medio de SMS y a la vez puede visualizarlos en la web.

De la misma forma, por intermedio del Programa en LabVIEW, el paciente y su familiar o acompañante pueden hacer video llamada mediante el Robot que tiene la Cámara y los familiares o acompañantes por un celular o PC, esto ayudaría en el sentido que en algunos casos las visitas no son permitidas. En tal sentido, se realiza el entrenamiento a la base de los datos obtenidos en Arduino, Python y Por los Rangos de exceso de temperatura y pulso se determinaría la toma de signos vitales por el Robot Asistente.

El método aplicado se realiza de una forma estructurada. Es decir, lleva procesos cuantitativos para calcular el desplazamiento del robot en las simulaciones. Para la implementación en su completo desarrollo y en etapas se utiliza la observación de toma de datos con la muestra de un centro médico de “Essalud” en Perú. Medidas de altura de cama, posición de camas, cantidad de camas para pacientes, distancias de pasillos, altura de local en el que están los pacientes, la temperatura, condiciones y normas de que cosas son permitidas y que no son permitidas al ingresar en UCI se

toman en cuenta. La Fig. 4 muestra el área de desplazamiento del robot, mientras la Fig. 5 presenta la conexión y adquisición de datos.



Fig. 4 Área de desplazamiento del robot [23].

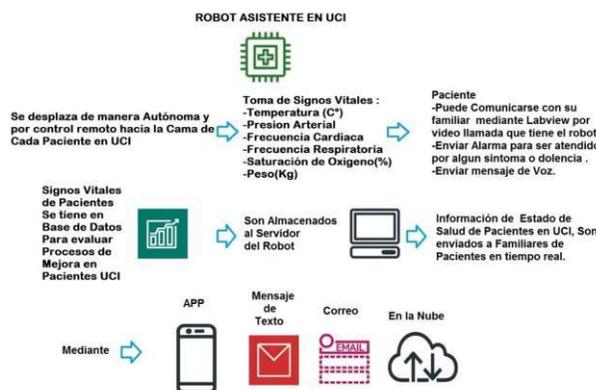


Fig. 5 Conexión y adquisición de datos.

III. RESULTADOS

A. Descripción y Funcionamiento

Se muestra el funcionamiento del Robot Asistente, en la cual permite el movimiento de 3 motores DC que transmiten la fuerza a las llantas: avance, retroceso, abrir, cerrar y el giro de la base de la pinza, con su respectivo emisor y receptor.

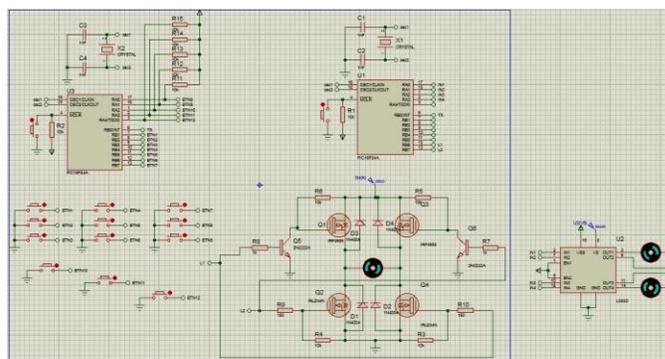


Fig. 6 Diseño del circuito de control por RF para el desplazamiento del Robot.

Los materiales utilizados comprenden el diodo rectificador 1N4004, que permiten el flujo de energía eléctrica en un solo sentido. Los transistores NPN para amplifican con ganancia variable. Pulsadores con contactos abiertos y

misma forma, n la Fig. 12 se presnta las conexiones para envio de datos por TCP Servidor Cliente.

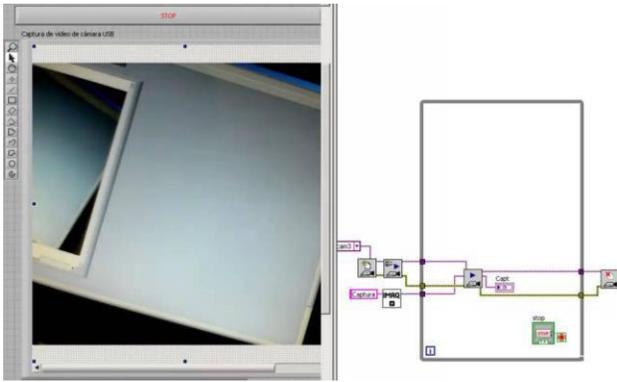


Fig. 11 Diagrama e interfaz para el uso en una pantalla por cámara.

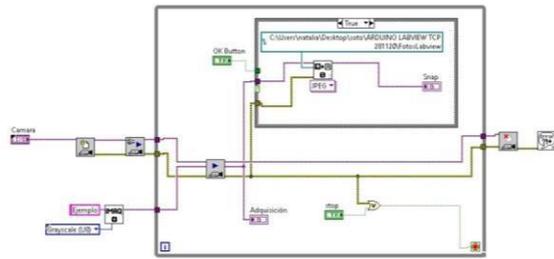


Fig. 12 Conexiones para envío de datos por TCP Servidor Cliente.

De la misma forma, en la Fig. 13 se presenta la estructura para pinza de Robot como el producto en físico terminado.



Fig. 13 Base y Pinza de Robot.

Cabe resaltar que la estructura de esta parte interna es con piezas mecánicas. Es decir, pinza para la boca con motores y la parte externa el recubrimiento es el cuerpo tipo un muppet,

pero en forma de Doctor personalizado. Además, se utilizó de esta manera debido a que muchas personas aún tienen temor de interactuar con piezas metálicas y al observar un Robot en UCI de esta forma con funciones de asistente, pueden interactuar sin miedo de golpearse. Ello contribuye en la reducción de las colas al ser atendidos en los centros de salud. En la Fig. 14 se presenta la representación final del robot asistente.

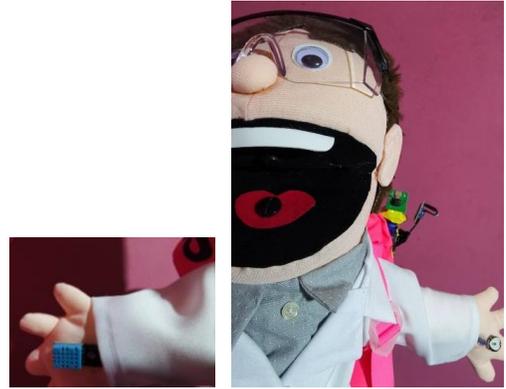


Fig. 14 Lado Izquierdo y derecho Robot Diseñado con Cámara Raspberry pi, Sensores de medición y pantalla OLED.

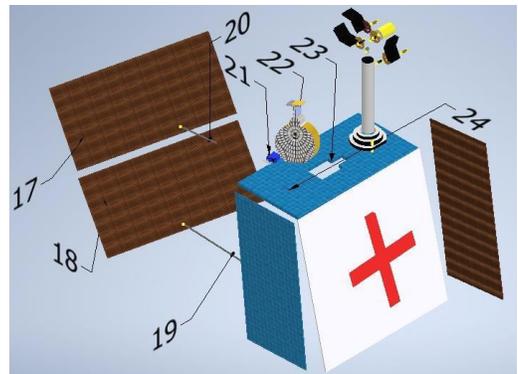


Fig. 15 Complementos del robot asistente

Finalmente, se presenta en detalle la parte complementaria del robot. La parte 17 y 18 son las puertas de lado lateral las cuales se abren por medio de un motor que tiene cables acerados, como se observa en las partes 19 y 20. Además, el diseño tiene un dispensador y se indica en 22. De la misma forma, el motor servo se muestra en 21, y en 24 corresponde un pasante. De la misma forma, en 23 es un espacio para recolectar las mascarillas. El robot identifica al trasladarse las mascarillas en desuso y en su parte interna almacena. Finalmente, por las compuertas laterales es retirado lo recolectado como se aprecia en la Fig. 15.

IV. CONCLUSIONES

Con lo detallado en el presente trabajo se concluye que se alcanzó el objetivo del trabajo. Por lo tanto, se requiere

implementar la robótica en el Sector Salud en conjunto de la tecnología del Internet de las cosas. Al desarrollar estas tecnologías hoy permite proporcionar el diseño a prototipo con materiales que se encuentran disponibles en el mercado. Se concluye también, que para el monitoreo la cámara de raspberry pi es adecuada porque es amigable con Python. Raspberry pi 3b+ se configura con los sensores de temperatura y de pulso con Arduino.

Este robot se diseñó con el fin de trasladarse en los locales de UCI en los centros de Salud para evitar colas y aglomeraciones y diferenciar que paciente requiere con urgencia o emergencia inmediata. El robot tiene la capacidad de acercarse a los pacientes, toma de datos del pulso y lo envió por SMS a sus familiares. Tiene la capacidad de realizar videollamadas entre paciente y familiares.

Este dispositivo permite la conexión virtual y recurrente para monitorear a los pacientes. De la misma forma, este dispositivo se puede utilizar con pacientes altamente contaminantes, caso del COVID-19, con la finalidad de proteger al equipo médico en tareas difíciles.

La Logística y control para la implementación esta medida en base a componentes que son accesibles en el mercado de importación. El costo del robot fabricado costaría \$ 6000, el costo de mantenimiento preventivo mensual por robot es de \$170 que incluye afinamiento de mecanismos, calibración y lubricación. Los aspectos legales son detallados en un contrato, hay organismos que permiten validar, regularizar proyectos de Tecnología como el FDA e INDECOPI.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer a la Universidad Privada del Norte (UPN) por el apoyo en parte para este trabajo de investigación.

REFERENCIAS

[1] J. Liu and Y. Mao, "Patient Satisfaction with Rural Medical Services: A Cross-Sectional Survey in 11 Western Provinces in China," *Int. J. Environ. Res. Public Heal.* 2019, Vol. 16, Page 3968, vol. 16, no. 20, p. 3968, Oct. 2019, doi: 10.3390/IJERPH16203968.

[2] K. Premkumar and K. G. J. Nigel, "Smart phone based robotic arm control using raspberry pi, android and Wi-Fi," *ICIIIECS 2015 - 2015 IEEE Int. Conf. Innov. Information, Embed. Commun. Syst.*, Aug. 2015, doi: 10.1109/ICIIIECS.2015.7192973.

[3] E. Zarate-Perez, R. Sebastián, and J. Grados, "Online Labs: A Perspective Based on Bibliometric Analysis," in *19th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education Caribbean Conference for Engineering and Technology: "Prospective and Trends in Technology and Skills for Sustainable Social Development"* and "Leveraging Emerging Technologies to Con, 2021, vol. 2021-July. doi: 10.18687/LACCEI2021.1.1.267.

[4] L. Blavette *et al.*, "A Robot-Mediated Activity Using the Nao Robot to Promote COVID-19 Precautionary Measures among Older Adults in Geriatric Facilities," *Int. J. Environ. Res. Public Heal.* 2022, Vol. 19, Page 5222, vol. 19, no. 9, p. 5222, Apr. 2022, doi: 10.3390/IJERPH19095222.

[5] A. Khamis *et al.*, "Robotics and intelligent systems against a pandemic," *Acta Polytech. Hungarica*, vol. 18, no. 5, pp. 13–35, 2021, doi: 10.12700/APH.18.5.2021.5.3.

[6] J. Fasola and M. J. Mataric, "Using socially assistive human-robot interaction to motivate physical exercise for older adults," *Proc. IEEE*,

vol. 100, no. 8, pp. 2512–2526, 2012, doi: 10.1109/JPROC.2012.2200539.

[7] O. Pino, G. Palestra, R. Trevino, and B. De Carolis, "The Humanoid Robot NAO as Trainer in a Memory Program for Elderly People with Mild Cognitive Impairment," *Int. J. Soc. Robot.* 2019 121, vol. 12, no. 1, pp. 21–33, Feb. 2019, doi: 10.1007/s12369-019-00533-Y.

[8] A. Zdobytskyi, M. Lobur, M. Iwaniec, and V. Breznitskyi, "Optimization of the structural characteristics of the robotic system holder," *2019 15th Int. Conf. Exp. Des. Appl. CAD Syst. CADSM 2019 - Proc.*, Feb. 2019, doi: 10.1109/CADSM.2019.8779311.

[9] J. W. Jolles, "Broad-scale applications of the Raspberry Pi: A review and guide for biologists," *Methods Ecol. Evol.*, vol. 12, no. 9, pp. 1562–1579, Sep. 2021, doi: 10.1111/2041-210X.13652.

[10] S. E. Mathe, A. C. Pamarthy, H. K. Kondaveeti, and S. Vappangi, "A Review on Raspberry Pi and its Robotic Applications," *2022 2nd Int. Conf. Artif. Intell. Signal Process.*, pp. 1–6, Feb. 2022, doi: 10.1109/AISP53593.2022.9760590.

[11] E. Amareswar, M. R. Naik, S. V. S. Prasad, N. V. Chandra, and R. Karthik, "Design of Brain Controlled Robotic Car using Raspberry Pi," *Proc. 5th Int. Conf. Trends Electron. Informatics, ICOEI 2021*, pp. 185–189, Jun. 2021, doi: 10.1109/ICOEI51242.2021.9452957.

[12] S. Mahaboob Basha, J. J. Sharon, R. Pavaiyarkarasi, and J. Navin Sankar, "European Journal of Molecular & Clinical Medicine Implementation of Brain Controlled Robotic Car to Assist Paralytic and physically Challenged People by Analyzing EEG Signals," vol. 7, p. 2020.

[13] N. L. Aravinda, M. Jabirullah, and Dubasikirtana, "An Intelligent helmet system using IoT and Raspberry Pi," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 981, no. 4, p. 042076, Dec. 2020, doi: 10.1088/1757-899X/981/4/042076.

[14] A. Fernández-Pacheco, S. Martín, and M. Castro, "Implementation of an arduino remote laboratory with raspberry pi," *IEEE Glob. Eng. Educ. Conf. EDUCON*, vol. April-2019, pp. 1415–1418, Apr. 2019, doi: 10.1109/EDUCON.2019.8725030.

[15] Y. Kumia and J. L. Sie, "Prototype of Warehouse Automation System Using Arduino Mega 2560 Microcontroller Based on Internet of Things," *bit-Tech*, vol. 1, no. 3, pp. 122–128, May 2019, doi: 10.32877/BT.V1I3.78.

[16] S. L. Albuquerque *et al.*, "Designing and realization an ECG based the Arduino Mega 2560 development board," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 568, no. 1, p. 012081, Aug. 2019, doi: 10.1088/1757-899X/568/1/012081.

[17] R. O. Okeke and M. Ehikhamenle, "Design and Simulation of Gas and Fire Detector and Alarm System With Water Sprinkle," *Int. J. Eng. Res. Gen. Sci.*, vol. 5, no. 1, pp. 216–225, 2017, [Online]. Available: www.ijergs.org

[18] M. Ghosh, S. Ghosh, P. Saha, and G. Panda, "Design and Implementation of PIC16F877A Microcontroller Based Data Acquisition System with Visual Basic Based GUI," *Proc. - Int. Conf. Intell. Syst. Model. Simulation, ISMS*, vol. 0, pp. 419–423, Jul. 2016, doi: 10.1109/ISMS.2016.32.

[19] J. Vega and J. M. Cañas, "PyBoKids: An Innovative Python-Based Educational Framework Using Real and Simulated Arduino Robots," *Electron.* 2019, Vol. 8, Page 899, vol. 8, no. 8, p. 899, Aug. 2019, doi: 10.3390/ELECTRONICS8080899.

[20] D. Ferigo, S. Traversaro, G. Metta, and D. Pucci, "Gym-Ignition: Reproducible Robotic Simulations for Reinforcement Learning," *Proc. 2020 IEEE/SICE Int. Symp. Syst. Integr. SII 2020*, pp. 885–890, Jan. 2020, doi: 10.1109/SII46433.2020.9025951.

[21] A. Olaru, S. Olaru, and N. Mihai, "Modeling, Simulation and Assisted Research with LabVIEW Instrumentation in Robotic," *Int. J. Model. Optim.*, vol. 8, no. 6, pp. 301–305, 2018, doi: 10.7763/ijmo.2018.v8.668.

[22] M. Hajduk, J. Semjon, and M. Vagaš, "Design of the Welding Fixture for the Robotic Stations for Spot Welding Based on the Modular Concept," *Acta Mech. Slovaca*, vol. 13, no. 3, pp. 30–37, Oct. 2009, doi: 10.2478/V10147-010-0044-Y.

[23] EsSalud, "EsSalud," 2021. <http://portal.essalud.gob.pe/> (accessed May 29, 2022).